



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

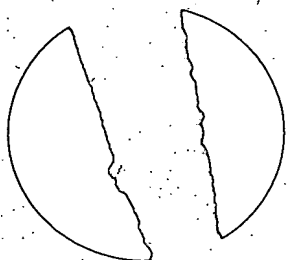
N.

**MI2002 A 002506**

*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

Roma, li .....

**04 SET. 2003**



per IL DIRIGENTE

*Paola Giuliano*

**Dr.ssa Paola Giuliano**

## AL MINISTERO DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

MODULO A



## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione BALANCE SYSTEMS S.p.A. codice 00152  
 Residenza MILANO  
 2) Denominazione \_\_\_\_\_  
 Residenza \_\_\_\_\_ codice \_\_\_\_\_

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome nome Dr. Ing. Vittoriano LUNATI e altri cod. fiscale \_\_\_\_\_  
 denominazione studio di appartenenza LUNATI & MAZZONI S.a.s. di dr. ing. V. Lunati & C.  
 via Carlo Pisacane n. 36 città MILANO cap 20129 (prov) MI

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

vedi sopra

via \_\_\_\_\_ n. \_\_\_\_\_ città \_\_\_\_\_ cap \_\_\_\_\_ (prov) \_\_\_\_\_

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/scl) G01M gruppo/sottogruppo -1/02-

APPARECCHIATURA PER L'EQUILIBRATURA DI CORPI ROTANTI, IN PARTICOLARE  
DI PORTAUTENSILI CON UTENSILI ROTANTI AD ALTA VELOCITÀ.

## ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO:

SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

N° PROTOCOLLO \_\_\_\_\_

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) TRIONFETTI Gianni 3) \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

1) //// \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_  
 2) \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_

## SCIoglimento RISERVE

Data \_\_\_\_\_ N° Protocollo \_\_\_\_\_

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

nessuna

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 2 PROV n. pag. 22 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare) ....  
 Doc. 2) 2 PROV n. tav. 04 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare) .....  
 Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale .....  
 Doc. 4) 1 RIS designazione inventore .....  
 Doc. 5) 0 RIS documenti di priorità con traduzione in italiano .....  
 Doc. 6) 0 RIS autorizzazione o atto di cessione .....  
 Doc. 7) 0 nominativo completo del richiedente

8) attestati di versamento, totale Euro =DUECENTONOVANTUNO/80=COMPILATO IL 26/11/2002

FIRMA DEL(I) RICHIEDENTE(I)

Dr. Ing. Vittoriano LUNATICONTINUA SI/NO NODr. ssa Maria Luigia MAZZONIDEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SI/NO SICAMERA DI COMMERCIO IND. ART. E AGR. DI MILANO

MILANO

codice 155

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

MI2002A 002506

Reg. A.

L'anno DUEMILADUEVENTISEIdel mese di NOVEMBREil(i) richiedente(i) sopraindicato(i) ha(hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE

IL DEPOSITANTE

Costella Luigi

dell'Ufficio

L'UFFICIALE ROGANTE

M. CORTONESI

## RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA MI2002A 002506

REG. A

DATA DI DEPOSITO 26/11/2002NUMERO BREVETTO DATA DI RILASCIO 

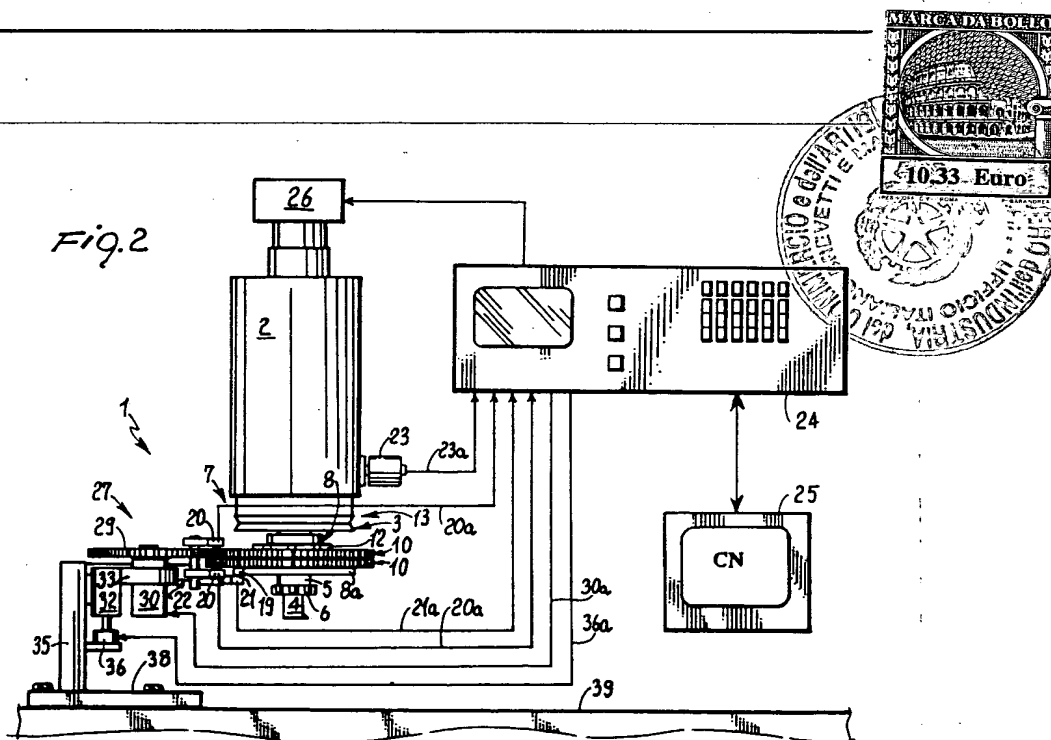
## D. TITOLO

**APPARECCHIATURA PER L'EQUILIBRATURA DI CORPI ROTANTI, IN PARTICOLARE DI PORTAUTENSILI CON UTENSILI ROTANTI AD ALTA VELOCITA'**

## L. RIASSUNTO

L'apparecchiatura comprende almeno due anelli di equilibratura (10), presentanti ognuno uno squilibrio e disposti assialmente affiancati e coassiali sul corpo rotante (13) da equilibrare. Gli anelli (10) sono girevoli con il corpo rotante (13), ma possono essere ruotati angularmente rispetto ad esso tramite mezzi di posizionamento (27). Questi possono comprendere un ingranaggio (29) impegnabile selettivamente in rotazione con dentature periferiche (28) degli anelli (10) a corpo rotante fermo, per portare gli anelli (10) in una posizione angolare relativa cui corrisponde la situazione di equilibrio del corpo rotante (13), oppure elementi di blocco impegnabili selettivamente con tacche periferiche degli anelli (10), per trattenere uno ad uno gli anelli (10) mentre il corpo rotante (13) è fatto ruotare rispetto ad essi di un angolo tale da ottenere la posizione angolare di equilibrio.

## M. DISEGNO



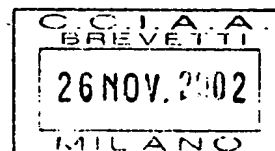
**APPARECCHIATURA PER L'EQUILIBRATURA DI CORPI ROTANTI, IN PARTICOLARE DI PORTAUTENSILI CON UTENSILI ROTANTI AD ALTA VELOCITÀ**

**MI 2002A 002506**

*a nome della società: BALANCE SYSTEMS S.p.A.*

*avente sede legale a: MILANO*

*inventore designato: Gianni TRIONFETTI*



5

4216AIT212

**DESCRIZIONE**

L'invenzione riguarda un'apparecchiatura per l'equilibratura di corpi rotanti, in particolare di portautensili con utensili rotanti ad alta velocità.

E' noto che le macchine utensili attuali sono in grado di asportare materiale a velocità di taglio elevatissime, anche 40.000 e più giri al minuto. A questi regimi di rotazione acquista importanza fondamentale l'equilibratura dell'utensile insieme al suo portautensile montato sul mandrino della macchina.

Esistono al riguardo apparecchiature in grado di eseguire l'equilibratura direttamente sulla macchina, quando nel corso della lavorazione vengono rilevati squilibri dell'utensile oltre un determinato campo di tolleranza.

Queste apparecchiature comprendono sostanzialmente due anelli di equilibratura, disposti assialmente affiancati e coassiali su un supporto cilindrico solidale al corpo rotante da equilibrare. Gli anelli sono girevoli insieme al corpo rotante e presentano ognuno uno squilibrio, generalmente uguale per entrambi, noto in intensità e posizione angolare.

Questi anelli possono essere ruotati angularmente rispetto al corpo rotante, durante la rotazione dello stesso, in posizione tale da compensare, con la risultante

del loro squilibrio, lo squilibrio residuo del corpo rotante.

La rotazione angolare relativa degli anelli è comandata dall'esterno del corpo rotante ad esempio attraverso un campo magnetico, generato da avvolgimenti elettrici posti su una parte fissa e associati agli anelli almeno lungo un tratto periferico degli stessi. Questi avvolgimenti creano un campo magnetico rotante, mentre gli anelli formano l'indotto del sistema elettromagnetico e possono essere accelerati o rallentati rispetto al corpo rotante variando la frequenza del campo magnetico rotante rispetto alla frequenza di rotazione del corpo rotante.

Ogni anello ha un proprio avvolgimento statorico e gli avvolgimenti sono attivabili indipendentemente l'uno dall'altro, in modo che gli anelli possano essere movimentati separatamente ed in un senso o nell'altro, così da raggiungere più rapidamente la posizione esatta di equilibrio di tutta la struttura rotante.

Esistono anche apparecchiature in cui non vi sono avvolgimenti sulla parte rotante e per raggiungere la posizione di equilibrio gli anelli vengono frenati per tempi calcolati.

Queste apparecchiature di equilibratura, grazie al fatto che sulla parte rotante non ci sono motori né componenti elettronici e l'azionamento degli anelli avviene senza contatti, presentano dimensioni sostanzialmente ridotte e consentono un'equilibratura rapida durante la rotazione dei corpi da equilibrare, ad esempio di un gruppo utensile/portautensile montato sul mandrino di una macchina utensile.

Gli anelli possono essere portati da rispettivi cuscinetti, essendo fissati alla corona esterna dei cuscinetti, mentre la corona interna è fissata al corpo rotante. E' però necessario fare in modo che gli anelli vengano trascinati in rotazione dal corpo rotante.

Una soluzione nota prevede a questo scopo dei magneti permanenti sugli anelli e delle piastre polari affiancate agli anelli e solidali alla struttura rotante, così da mantenere magneticamente gli anelli e il corpo rotante in una situazione di stabilità nelle normali condizioni di rotazione.

- 5 In questa soluzione, però, la precisione di equilibratura è limitata, in quanto effettuata per angoli discreti, dipendenti dal passo tra i magneti permanenti, che non può scendere sotto certi limiti. La soluzione stessa presenta degli ingombri relativamente sostenuti e comunque sensibili limitazioni alla miniaturizzazione.

Altri inconvenienti di queste apparecchiature ad azionamento elettromagnetico  
10 degli anelli sono i seguenti.

La presenza degli avvolgimenti elettrici può comportare interferenze nel comando individuale degli anelli nella fase di equilibratura, in quanto il campo magnetico agente su uno degli anelli può influenzare quello agente sull'altro, rendendo più difficile il raggiungimento della giusta posizione angolare di equilibratura degli  
15 anelli. E' quindi necessario mantenere una certa distanza assiale degli anelli e dei rispettivi avvolgimenti, ma una maggiore distanza assiale può portare a degli squilibri dinamici, in quanto può generarsi una coppia indesiderata nel piano assiale del corpo rotante a causa degli anelli squilibrati troppo distanziati.

Un altro inconveniente di queste apparecchiature a comando elettromagnetico  
20 sta nel fatto che esse possono attirare magneticamente scorie metalliche o trucioli o altri materiali ferrosi asportati nella lavorazione, che tendono ad accumularsi nelle zone dove è presente il campo magnetico ed alterare il campo stesso o formare depositi dannosi, in particolare in corrispondenza del traferro, che possono bloccare i meccanismi e pregiudicare seriamente il buon funzionamento  
25 dell'apparecchiatura di equilibratura.



In ogni caso è necessario realizzare una protezione stagna di queste apparecchiature dove vi sono spruzzi di liquidi di refrigerazione, che potrebbero altrimenti creare cortocircuiti elettrici e danneggiare le apparecchiature stesse.

Inoltre queste apparecchiature sono difficilmente applicabili a macchine preesistenti.

Per ovviare a questi inconvenienti la Richiedente ha proposto un dispositivo di equilibratura in cui per il posizionamento angolare degli anelli di equilibratura sono previsti degli ugelli stazionari, associati esternamente agli anelli e atti ad inviare getti di fluido, in particolare aria compressa, tangenzialmente sugli anelli, così da poter ruotare gli anelli rispetto al corpo rotante.

Gli anelli possono essere dotati di risalti in forma di alette o pale per migliorare l'azione di trascinamento rotatorio da parte dei getti di fluido.

Vantaggiosamente per ognuno degli anelli sono previsti due ugelli disposti da parti opposte, per emettere getti di fluido agenti sugli anelli in sensi contrari, in modo da poter ruotare ognuno degli anelli in direzioni opposte.

Il comando selettivo degli ugelli per tempi prestabiliti consente di ruotare gli anelli, l'uno indipendentemente dall'altro, per tratti angolari qualsiasi, così da ottenere una grande precisione di equilibratura, mantenendo la capacità di eseguire l'equilibratura senza arrestare il corpo rotante ed eliminando tutti gli inconvenienti delle apparecchiature note con azionamento elettromagnetico degli anelli.

Per contro, si è trovato che nell'applicazione pratica le vibrazioni di lavorazione e le repentine accelerazioni e decelerazioni del corpo rotante possono provocare lenti spostamenti angolari indesiderati degli anelli, e ciò può richiedere dei ritocchi di equilibratura.

Per evitare questi spostamenti, che possono verificarsi anche nelle apparecchia-

ture con comando elettromagnetico degli anelli, si dovrebbero montare gli anelli con maggior frizione sul corpo rotante, ma ciò renderebbe più problematico il loro posizionamento angolare e meno preciso il risultato di equilibratura.

Il sistema di controllo dell'aria compressa attraverso gli ugelli può inoltre presentare qualche difficoltà di gestione, comportando di conseguenza una più complessa elettronica di controllo.

Di fronte a questa situazione lo scopo principale della presente invenzione è realizzare un'apparecchiatura per l'equilibratura automatica di corpi rotanti, in particolare di portautensili con utensili rotanti ad alta velocità, capace di ovviare sostanzialmente agli inconvenienti della tecnica nota.

Un importante scopo dell'invenzione è realizzare un'apparecchiatura di equilibratura automatica del genere ad anelli, in grado di eseguire, con ingombri limitati e costi contenuti, un'equilibratura precisa di corpi rotanti, anche di corpi atti a ruotare a velocità elevate come 40.000-50.000 g/min.

Un ulteriore importante scopo dell'invenzione è realizzare un'apparecchiatura del tipo in oggetto, che permetta il posizionamento angolare calcolato e controllato degli anelli di equilibratura senza limitazioni e anche per tratti infinitamente piccoli, così da ottenere una grande finezza di regolazione degli anelli e quindi una grande precisione di equilibratura.

Un altro scopo è fornire un'apparecchiatura del genere suddetto, che a parità di ingombro consenta una capacità di equilibratura più elevata di quella delle apparecchiature note.

Ancora uno scopo dell'invenzione è l'ideazione di un'apparecchiatura di equilibratura che consenta di tenere minimo l'ingombro assiale degli anelli di equilibratura, così da evitare squilibri dinamici nel piano assiale del corpo rotante.



Un ulteriore scopo dell'invenzione è realizzare un'apparecchiatura di equilibratura che consenta di agire sugli anelli di equilibratura senza interferenze reciproche, anche nel caso di anelli molto vicini.

Ancora uno scopo dell'invenzione sta nel fornire un'apparecchiatura di equilibratura che possa operare anche in presenza di liquidi di refrigerazione e di trucioli o altri materiali o scorie di lavorazione, senza che tale presenza possa portare a malfunzionamenti dell'apparecchiatura.

Un altro scopo ancora dell'invenzione è realizzare un'apparecchiatura che possa essere facilmente applicata a macchine operatrici già in uso.

Non ultimo scopo dell'invenzione è la realizzazione di un'apparecchiatura del genere specificato, che sia adatta anche a macchine operatrici o centri di lavoro dotati di un gran numero di utensili, anche diversi tra loro.

Questi ed altri scopi che meglio emergeranno dalla descrizione che segue, vengono sostanzialmente raggiunti da un'apparecchiatura per l'equilibratura di corpi rotanti, in particolare di portautensili con utensili rotanti ad alta velocità, avente le caratteristiche enunciate nella rivendicazione 1. Sviluppi preferiti dell'invenzione sono specificati nelle altre rivendicazioni.

Ulteriori particolari e vantaggi dell'invenzione saranno evidenti dalla seguente descrizione dettagliata di alcune forme di realizzazione preferite dell'invenzione, illustrate a titolo di esempio non limitativo nei disegni allegati, nei quali:

**la Fig. 1** rappresenta una vista schematica parziale, in alzata laterale, di un'apparecchiatura di equilibratura secondo l'invenzione, in una sua prima forma di realizzazione ed applicata esemplificativamente ad una macchina utensile;

**la Fig. 2** è una vista complessiva e parzialmente schematica dell'apparecchiatura;

**la Fig. 3** illustra, in alzata laterale, un'altra possibile forma di realizzazione di un'apparecchiatura secondo l'invenzione;

**la Fig. 4** mostra un'ulteriore forma di realizzazione dell'apparecchiatura;

**la Fig. 5** mostra esemplificativamente una particolare forma di realizzazione degli anelli di equilibratura; e

**la Fig. 6** mostra un'altra possibile forma di realizzazione degli anelli di equilibratura.

Con riferimento a tali figure, un'apparecchiatura per l'equilibratura di corpi rotanti secondo l'invenzione è indicata nel suo complesso con **1** ed è applicata esemplificativamente ad una macchina utensile, della quale nei disegni è visibile il mandrino **2**, che attraverso un portautensile **3** di tipo noto porta un utensile **4**, fissato all'albero **5** del portautensile **3** tramite una ghiera di bloccaggio **6**.

Sull'albero **5** è montata una testa di equilibratura, complessivamente indicata con **7**, comprendente un mozzo centrale **8**, fissato all'albero **5** ad esempio tramite grani di bloccaggio **9** e portante solidalmente una flangia terminale **8a**.

Sul mozzo **8** è disposta una coppia di anelli di equilibratura **10**, assialmente affiancati e coassiali, tra i quali è interposto un distanziale anulare **11** con funzione frizionante.

Gli anelli **10** sono montati sul mozzo **8** con interposizione di elementi frizionanti precaricati con molle a tazza o molle ondulate o simili, non mostrate, in modo che gli anelli **10** vengano resi solidali in rotazione con il mozzo **8**, e quindi con l'albero **5** del mandrino **2** e con il portautensile **3**, con una forza di frizione sostanzialmente elevata. Ciò comporta normalmente la rotazione degli anelli **10** insieme al portautensile **3**, ma la possibilità di ruotare angolarmente gli anelli **10** rispetto al portautensile **3**, selettivamente e temporaneamente, applicando ad essi



una forza capace di superare la forza di frizione impostata. Questa è tale da non consentire spostamenti indesiderati durante le accelerazioni, le decelerazioni e la normale rotazione di lavoro della macchina.

Il complesso degli anelli 10 e degli elementi frizionanti è montato sul mozzo 8  
5 tramite una ghiera 12 di bloccaggio e di precarico e regolazione della frizione, avvitabile su una porzione filettata del mozzo 8.

Il mandrino 2 e il portautensile 3 con gli elementi da esso portati e con l'utensile 4 costituiscono il corpo rotante 13 da equilibrare per mezzo degli anelli 10. Tale corpo 13 è girevole intorno all'asse di rotazione A.

10 Gli anelli 10 presentano ognuno una zona di squilibrio 14, ad esempio realizzata da una o più fresature, cavità o aperture 15, come mostrato in Fig. 5, o da uno o più fori filettati 16 distribuiti lungo una circonferenza interna, nei quali sono avvitabili delle masse calibrate 17 di peso specifico diverso da quello del materiale degli anelli 10, come illustrato in Fig. 6. La zona 14 realizza così su ogni anello  
15 10 uno squilibrio di valore e posizione angolare noti.

Grazie al fatto che gli anelli 10 non sono perfettamente equilibrati, ma presentano note zone di squilibrio 14, ed al fatto che sono angolarmente ruotabili rispetto al corpo rotante 13, è possibile, con un'opportuna posizione angolare relativa degli anelli 10 rispetto al corpo 13, creare uno squilibrio risultante degli anelli 10  
20 che compensa lo squilibrio residuo del corpo rotante 13. Si noti che i singoli elementi componenti il corpo 13 sono già individualmente equilibrati in fase costruttiva, ma una volta montati a formare tale corpo possono prodursi squilibri residui di accoppiamento, ad esempio tra portautensile 3 e utensile 4 e/o tra portautensile 3 e mandrino 2, che possono sommarsi ad eventuali squilibri residui dei componenti e dare origine ad uno squilibrio residuo complessivo. Proprio questo  
25

squilibrio residuo viene eliminato con l'apparecchiatura secondo l'invenzione.

Ognuno degli anelli 10 presenta una tacca di riferimento angolare **18**, ad esempio un piccolo magnete o un foro o un rilievo metallico o altro, disposto sulla faccia esterna degli anelli 10 in corrispondenza della periferia degli stessi. Analogamente la flangia 8a presenta una tacca di riferimento angolare **19**, che può essere anch'essa un elemento magnetico o altro e che costituisce il riferimento di zero angolare che permette di determinare la posizione angolare dello squilibrio del corpo rotante 13 e la posizione angolare nella quale devono essere posti gli anelli 10 per la compensazione dello squilibrio.

Alle tacche 18 e 19 sono associati rispettivi sensori di posizione angolare **20**, **21**, di tipo noto, ad esempio di tipo magnetico o ottico, portati da un supporto esterno **22**. Al mandrino 2 è associato in modo noto un sensore o trasduttore di vibrazioni (accelerometro) **23** (Fig. 2).

I sensori 20, 21 e 23 sono collegati elettricamente, attraverso rispettive connessioni elettriche **20a**, **21a**, **23a**, con un'unità elettronica di controllo e comando **24** dell'equilibratura, di tipo di per sé noto. L'unità 24 è a sua volta interfacciata con un centro di controllo **25** della macchina, che in modo noto gestisce la lavorazione automatica del pezzo in lavorazione. All'unità 24 è inoltre collegato operativamente il motore **26** che provvede alla rotazione del mandrino 2.

Per la rotazione angolare degli anelli 10 rispetto al portautensile 3 sono previsti mezzi di posizionamento **27**, comprendenti, secondo l'invenzione, organi posizionatori impegnabili selettivamente con gli anelli 10 in posizione arrestata del corpo rotante 13, e mezzi motori atti ad effettuare una rotazione angolare relativa tra gli anelli 10 ed il corpo rotante 13 nella posizione d'impegno reciproco di detti organi posizionatori e di detti anelli.

Secondo una prima forma di realizzazione dell'invenzione illustrata nelle Figure 1 e 2, i mezzi di posizionamento 27 comprendono sostanzialmente un sistema ad ingranaggi.

Più particolarmente, ognuno degli anelli 10 è provvisto di una dentatura di posiziona-  
 5 zionamento **28**, ad esempio una dentatura periferica, atta ad ingranare con organi posizionatori costituiti da almeno un ingranaggio di posizionamento **29**, azionato in rotazione da mezzi motori comprendenti almeno un servomotore **30** con motoriduttore, portato da una struttura di supporto **31**, disposta a lato del corpo rotante 13.

10 La struttura 31 comprende preferibilmente una slitta **32**, che supporta il servomotore 30 attraverso un braccio **33**, ed è scorrevole parallelamente all'asse A del corpo rotante 13. La slitta 32 è guidata su una guida **34**, fissata ad un montante **35** del supporto esterno 22, ed è azionata ad esempio da un cilindro pneumatico **36**, fissato ad una mensola **37** sporgente dal montante 35. Quest'ultimo è solidale  
 15 le ad una base di supporto **38** fissata alla tavola **39** della macchina. La tavola 39 è notoriamente spostabile trasversalmente all'asse di rotazione A, così che l'ingranaggio 29 è spostabile, insieme al supporto 22, in una posizione di riposo, nella quale è disimpegnato dagli anelli 10.

Il servomotore 30 ed il cilindro pneumatico 36 sono comandati dall'unità di controllo e comando 24, essendo operativamente collegati con essa attraverso ri-  
 20 spettive connessioni elettriche **30a** e **36a**. La slitta 32 è mobile almeno tra una prima posizione, in cui l'ingranaggio di posizionamento 29 si trova al livello di uno degli anelli 10 ed è impegnabile con la dentatura 28 di esso, e una seconda posizione, in cui l'ingranaggio 29 è posto al livello dell'altro anello 10 ed è impegnabile  
 25 bile con la dentatura 28 di questo anello. Al fine di facilitare l'ingranamento, i

denti possono essere opportunamente smussati in corrispondenza delle facce piane degli anelli 10.

Si noti che i sensori di posizione 20 e 21 sono disposti angularmente sfasati rispetto alla zona interessata dal movimento dell'ingranaggio di posizionamento  
5 29, come risulta evidente dai disegni.

Il funzionamento dell'apparecchiatura di equilibratura ora descritta è il seguente.

Facendo ruotare il corpo 13, gli anelli 10 ruotano in sincronismo con il corpo stesso e i sensori 20, 21 e 23 trasmettono all'unità di controllo e comando 24 i rispettivi dati, che comprendono le posizioni angolari dei due anelli 10 rispetto allo  
10 zero angolare definito dalla tacca 19 solidale al portautensile 3, e l'andamento delle vibrazioni del corpo rotante 13.

L'unità 24 elabora tutti i dati e determina in modo noto l'intensità e la posizione angolare dello squilibrio del corpo 13. Se lo squilibrio rilevato è fuori dalle tolleranze, l'unità 24 determina la correzione necessaria da apportare attraverso gli  
15 anelli di equilibratura 10, cioè la posizione angolare relativa in cui devono essere posti gli anelli 10 rispetto al corpo rotante 13 perché essi creino uno squilibrio di intensità pari e posizione angolare opposta allo squilibrio rilevato dall'unità 24.

L'unità 24 comanda l'arresto del motore 26, e il mandrino 2 si ferma. La posizione angolare di arresto del corpo rotante 13 viene automaticamente riconosciuta  
20 attraverso il sensore 21.

Viene ora attivato il ciclo di equilibratura, che comporta il posizionamento della tavola 39 nella posizione operativa dell'ingranaggio di posizionamento 29, cioè nella posizione impegnata con uno degli anelli 10, come rappresentato nelle Figure 1 e 2.

25 L'unità 24 comanda quindi l'intervento dei mezzi di posizionamento 27, attivando



il servomotore 30 per ruotare l'ingranaggio 29 e il relativo anello 10 con esso impegnato, con una coppia capace di vincere la frizione dell'anello, fino a portare l'anello stesso nella posizione angolare relativa calcolata.

A questo punto viene attivato il cilindro pneumatico 36 e l'ingranaggio 29 viene  
5 portato in impegno con l'altro anello 10 e ne esegue la rotazione angolare per posizionarlo nella posizione angolare relativa calcolata per tale anello dall'unità di controllo e comando 24.

Eseguito il posizionamento degli anelli 10, l'unità 24 comanda il ritiro dei mezzi di  
posizionamento 27 nella posizione disimpegnata di riposo ed inizia il ciclo di veri-  
10 fica dell'equilibratura.

Se lo squilibrio ora determinato risulta in tolleranza, la macchina è pronta per lavorare, altrimenti viene eseguito un ulteriore ciclo di equilibratura, correggendo la posizione degli anelli 10 fino all'ottenimento dello stato di equilibrio richiesto del corpo rotante 13.

15 Si noti che è possibile ruotare gli anelli 10 a scelta in un senso o nell'altro verso la posizione di equilibrio, per raggiungere più rapidamente la posizione di equilibrio del sistema.

Nella forma esecutiva illustrata in Fig. 3, gli anelli 10 sono privi di dentature di azionamento e i mezzi di posizionamento 27 comprendono organi posizionatori  
20 sotto forma di mezzi di blocco 40, atti a tenere temporaneamente e selettivamente gli anelli 10 in posizione bloccata, e mezzi motori, schematicamente indicati con 41, per la rotazione angolare del corpo rotante 13, attivabili quando i mezzi di blocco 40 impegnano gli anelli 10.

Più particolarmente, ognuno degli anelli 10 presenta, in una prefissata posizione  
25 angolare, una tacca 42, ricavata preferibilmente nella superficie circonferenziale

dell'anello, nella quale è inseribile un rispettivo elemento di blocco **43**. Gli elementi di blocco **43** sono montati sovrapposti, in corrispondenza dei rispettivi anelli **10**, su una tavola fissa **44**, solidale al montante **35** fissato alla tavola **39** della macchina, e sono costituiti preferibilmente da pistoncini mobili radialmente rispetto agli anelli **10** tramite rispettivi cilindretti pneumatici **45**.

I cilindretti **45** sono operativamente collegati all'unità di controllo e comando **24**, come schematicamente indicato nella stessa Fig. 3, e sono attivati selettivamente da essa in modo che i rispettivi pistoncini siano mobili individualmente tra una posizione inoperativa, in cui sono disimpegnati dai rispettivi anelli **10**, ed una posizione operativa, in cui le loro estremità libere penetrano nelle rispettive tacche **42** degli anelli **10**.

In questa forma realizzativa i mezzi motori **41** possono essere costituiti dallo stesso motore che aziona normalmente in rotazione il mandrino **2**, in particolare un motore del tipo cosiddetto brushless di un elettromandrino, del quale è possibile controllare sia la velocità di rotazione che la posizione angolare rispetto ad una posizione angolare di riferimento, dati affidati all'unità di controllo e comando **24** e gestiti da essa.

Sono ancora previste le tacche di riferimento angolare **18** e **19** sugli anelli **10** e sulla flangia **8a**, come pure i sensori **20**, **21** e **23**, collegati all'unità **24** nel modo già descritto in precedenza.

L'operazione di equilibratura in questa forma realizzativa viene eseguita nel modo seguente.

L'unità di controllo e comando **24** elabora i dati dei sensori e determina lo squilibrio e la corretta posizione angolare relativa degli anelli **10** per ottenere l'equilibrio del corpo rotante **13**, come nel caso già descritto.



Attraverso l'attivazione controllata del motore 41, l'unità 24 porta il mandrino 2 in posizione tale che il primo degli anelli 10 si porti con la sua tacca 42 affacciata al rispettivo elemento di blocco 43. Viene quindi arrestata la rotazione del mandrino 2 e attivato l'elemento 43, così da bloccare l'anello 10 affacciato.

- 5 Mentre il primo anello 10 rimane fermo, l'unità 24 comanda la rotazione angolare del mandrino 2, e quindi del portautensile 3 e del mozzo 8, tramite il motore 41, con una coppia sufficiente a vincere la forza di frizione dell'anello, fino a che tale anello risulti posizionato in una posizione angolare relativa corrispondente a quella calcolata per questo anello in base allo squilibrio rilevato. A questo punto il
- 10 rispettivo elemento di blocco 43 viene disimpegnato dalla tacca 42 e l'anello 10 è nuovamente libero di ruotare insieme al corpo rotante 13.

Viene quindi eseguita la stessa operazione per il secondo anello 10, che viene portato nella posizione angolare determinata per tale anello.

L'operazione di equilibratura è così completata.

- 15 Questa forma realizzativa, oltre a permettere una semplificazione costruttiva dell'apparecchiatura, consente anche un'operazione di equilibratura sostanzialmente più rapida.

La forma realizzativa mostrata in Fig. 4 differisce da quella di Fig. 3 per il fatto che i mezzi di blocco 40 e i sensori 20 e 21 sono montati direttamente sulla slitta

20 46 che porta il supporto 47 del mandrino 2. Più precisamente essi possono essere disposti a loro volta su una slitta 48, ad esempio una slitta ad azionamento pneumatico, scorrevole parallelamente alla slitta 46.

Il funzionamento dell'apparecchiatura è lo stesso, ma in questa forma realizzativa è possibile eseguire il ciclo di equilibratura nella stessa posizione in cui viene

25 effettuato il cambio dell'utensile 4, in quanto tramite la slitta 48 è possibile allon-

tanare i mezzi di blocco 40 ed i sensori 20 e 21 e liberare la zona durante la fase di sostituzione dell'utensile 4.

L'invenzione descritta consegue importanti vantaggi.

Essa realizza un'apparecchiatura di equilibratura automatica, nella quale la forza  
 5 di frizionamento sostanzialmente elevata degli anelli 10 evita con certezza spostamenti angolari indesiderati degli stessi e quindi alterazioni dello stato di equilibrio del corpo rotante durante le accelerazioni e le decelerazioni e la lavorazione della macchina. Viene così garantita una maggior stabilità di equilibratura.

Si noti a questo riguardo che l'invenzione si scosta sostanzialmente dalla tecnica  
 10 nota, che propone anelli di equilibratura sistemati sul corpo rotante con frizionamento necessariamente basso, perché altrimenti i mezzi di posizionamento non sarebbero in grado di ruotare angolarmente gli anelli.

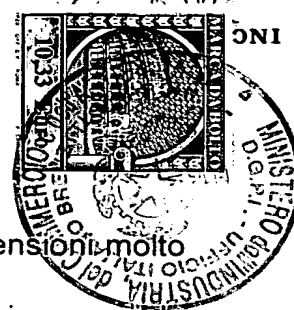
L'apparecchiatura secondo l'invenzione consente inoltre un posizionamento degli anelli calcolato e controllato per quantità infinitesime, e quindi una grande  
 15 finezza di regolazione degli anelli e conseguentemente un'equilibratura estremamente precisa.

La necessità di arrestare la macchina per effettuare l'equilibratura è quindi compensata da una migliore capacità di equilibratura, che evita generalmente la necessità di correzioni.

20 Nell'apparecchiatura secondo l'invenzione non sono necessari cuscinetti per il supporto degli anelli 10, così che è possibile ridurre gli ingombri ed i costi.

L'apparecchiatura è in grado di equilibrare con la massima precisione anche corpi rotanti a velocità elevate, ad esempio 40.000-50.000 g/min.

Inoltre l'assenza di magneti o elementi magnetici consente all'apparecchiatura  
 25 secondo l'invenzione di operare senza problemi anche in presenza di liquidi e/o



di trucioli o materiali ferrosi o altre scorie metalliche.

Gli anelli 10 possono essere contenuti in uno spazio assiale di dimensioni molto ridotte, così che non si creano indesiderate coppie squilibranti nel piano assiale del corpo rotante da equilibrare.

- 5 L'apparecchiatura secondo l'invenzione è facilmente applicabile a macchine esistenti, in quanto richiede di montare sul corpo rotante solo gli anelli di equilibratura con i relativi mezzi di frizione, mentre tutti gli altri elementi dell'apparecchiatura trovano spazio all'esterno del corpo rotante. Non richiedendo di montare dispositivi elettrici o elettronici sul corpo rotante, essa può essere facilmente dimensionata sia per portautensili di piccole dimensioni che di grandi dimensioni.

Essa inoltre migliora l'applicabilità industriale dell'equilibratura automatica su centri di lavoro operanti ad alta velocità.

- L'invenzione è suscettibile di numerose modifiche e varianti, oltre a quelle già descritte. Così ad esempio potrebbero essere previsti più di due anelli di equilibratura 10, ad esempio due coppie di anelli affiancati per realizzare un'equilibratura dinamica su due piani. L'apparecchiatura potrebbe essere applicata a macchine con asse di rotazione orizzontale anziché verticale. L'ingranaggio di posizionamento 29 potrebbe essere disposto ad un livello fisso e si potrebbe spostare assialmente il mandrino 2 nelle posizioni di impegno dell'ingranaggio 29 con
- 15 gli anelli 10. Potrebbero essere previsti due ingranaggi posizionatori 29, uno per ogni anello 10, impegnabili contemporaneamente con gli anelli 10 e azionabili in rotazione indipendentemente l'uno dall'altro per la regolazione angolare selettiva degli anelli 10. Gli anelli 10 potrebbero essere formati ognuno da una puleggia dentata, e i mezzi di posizionamento potrebbero essere costituiti da una cinghia
- 20 dentata. Al posto di due elementi di blocco 43 potrebbe essere previsto un solo
- 25

elemento, montato su una struttura spostabile assialmente rispetto agli anelli 10 ed impegnabile ogni volta con uno degli anelli. Gli anelli potrebbero avere ognuno una serie di fori filettati 16, distribuiti circonferenzialmente, solo una parte dei quali è occupata di volta in volta dalle masse calibrate 17, in funzione della capacità di equilibratura richiesta.



## RIVENDICAZIONI

1. Apparecchiatura per l'equilibratura di corpi rotanti, in particolare di portautensili con utensili rotanti ad alta velocità, comprendente almeno due anelli di equilibratura presentanti ognuno uno squilibrio e disposti assialmente affiancati e coassiali sul corpo rotante da equilibrare, detti anelli essendo girevoli con detto corpo ed angolarmente ruotabili rispetto ad esso, mezzi di rilevamento atti a determinare lo squilibrio di detto corpo rotante, e mezzi di posizionamento angolare asserviti a detti mezzi di rilevamento ed atti ad effettuare una rotazione angolare tra detti anelli e detto corpo rotante per portare detti anelli in una posizione angolare relativa corrispondente all'equilibrio di detto corpo rotante, caratterizzata dal fatto che detti mezzi di posizionamento comprendono organi posizionatori impegnabili selettivamente con detti anelli in posizione arrestata di detto corpo rotante, e mezzi motori atti ad effettuare una rotazione angolare di detti anelli o di detto corpo rotante nella posizione d'impegno reciproco di detti organi e di detti anelli.

2. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui sono previsti mezzi di frizione atti ad impedire spostamenti angolari di detti anelli nella fase disimpegnata da detti organi.

3. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti anelli presentano ognuno una dentatura di azionamento, e in cui detti organi posizionatori comprendono almeno un ingranaggio di posizionamento impegnabile selettivamente e successivamente con la dentatura di ognuno di detti anelli, e detti mezzi motori comprendono un servomotore per l'azionamento in rotazione di detto ingranaggio nella posizione impegnata con detti anelli e nella posizione arrestata di detto corpo rotante.

4. Apparecchiatura secondo una delle rivendicazioni da 1 a 3, in cui detti mezzi di posizionamento sono portati da una struttura di supporto mobile parallelamente all'asse di detto corpo rotante almeno tra una prima ed una seconda posizione operativa, in cui detti mezzi di posizionamento sono impegnabili rispettivamente con l'uno o l'altro di detti anelli.

5. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 4, in cui detta struttura di supporto comprende una slitta azionata da un cilindro pneumatico o simile.

6. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 5, in cui detta slitta è montata scorrevolmente su una struttura di supporto fissabile alla tavola di una macchina operatrice, in particolare una macchina utensile.

7. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detti anelli sono costituiti ognuno da una puleggia dentata e detti mezzi di posizionamento comprendono una cinghia dentata per l'azionamento in rotazione di detta puleggia dentata.

8. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 1, in cui detti organi posizionali comprendono mezzi di blocco di detti anelli e detti mezzi motori comprendono un servomotore per la rotazione angolare di detto corpo rotante, detto servomotore essendo attivabile quando detti mezzi di blocco impegnano selettivamente detti anelli.

9. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 8, in cui detti mezzi di blocco comprendono elementi di blocco inseribili selettivamente in rispettive tacche di detti anelli.

10. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 9, in cui dette tacche sono ricavate nella superficie circonferenziale di detti anelli e detti elementi di blocco sono mobili radialmente rispetto a detti anelli tra una posizione inoperativa, in cui



sono disimpegnati da dette tacche, ed una posizione operativa, in cui sono impegnati con dette tacche.

11. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 8 a 10, in cui detti mezzi di blocco sono portati da una struttura fissa associabile ad una macchina operatrice, in particolare una macchina utensile.

12. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 8 a 10, in cui detti mezzi di blocco sono disposti su una struttura portata dal supporto del mandrino di una macchina operatrice, in particolare una macchina utensile.

13. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 8 a 10, in cui detti mezzi di blocco sono disposti su una struttura mobile associata al mandrino di una macchina operatrice, in particolare una macchina utensile.

14. Apparecchiatura secondo la rivendicazione 13, in cui detti mezzi di blocco sono disposti su una slitta scorrevole parallelamente all'asse di rotazione di detto mandrino.

15 15. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti anelli sono disposti su un manicotto fissabile a detto corpo rotante, in particolare all'albero di un portautensile.

16. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui detti anelli presentano ognuno una fresatura di squilibrio.

20 17. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni da 1 a 15, in cui detti anelli presentano ognuno almeno un foro filettato in cui è avvitabile una massa calibrata avente peso specifico diverso da quello degli anelli.

18. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui tra detti anelli e detto corpo rotante sono previsti mezzi di frizione regolabili.

25 19. Apparecchiatura secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, in cui

detti mezzi di rilevamento comprendono almeno un sensore di posizione angolare associato ad ognuno di detti anelli ed almeno un sensore di posizione di zero angolare associato a detto corpo rotante.

5 **20.** Apparecchiatura per l'equilibratura di corpi rotanti, in particolare di portautensili con utensili rotanti ad alta velocità, comprendente una o più delle caratteristiche descritte ed illustrate.

**21.** Macchina operatrice, in particolare macchina utensile, caratterizzata dal fatto di comprendere almeno un'apparecchiatura di equilibratura secondo una o più delle rivendicazioni precedenti.

10

*Per incarico di BALANCE SYSTEMS S.p.A.:*

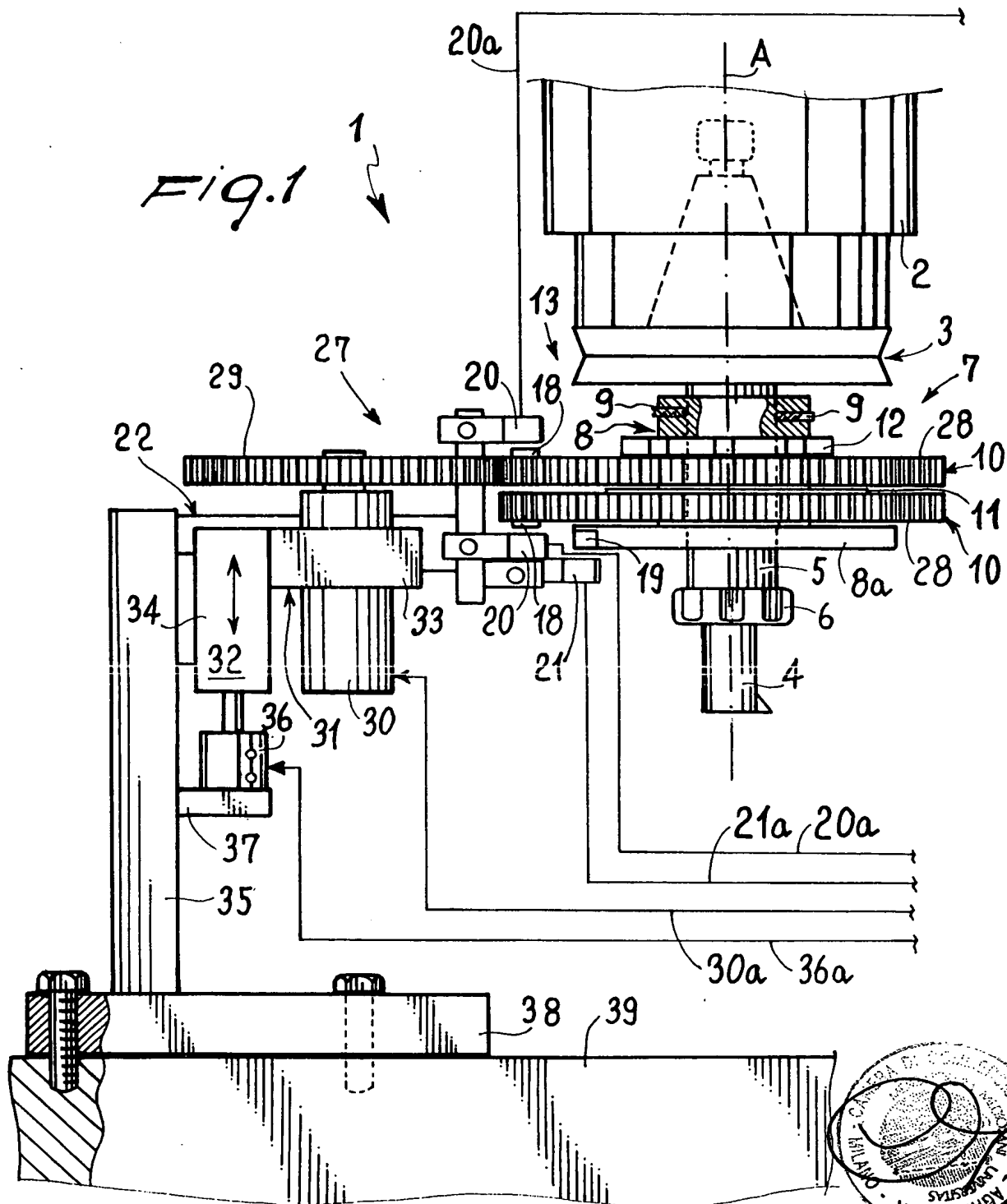
dr. Ing. V. Lunati *[Signature]* dr.ssa M. L. Mazzoni *[Signature]*

N° 104 Albo Mandatari

N° 478 Albo Mandatari



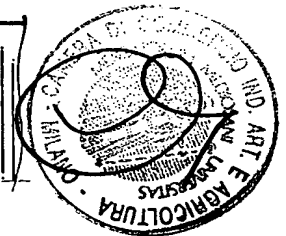




MI 2002A 0 02506

dr. ing. V. Lunati  
n. 104 Albo  
dr.ssa M. L. Mazzoni  
n. 478 Albo

*Thun*  
*Mazzoni*



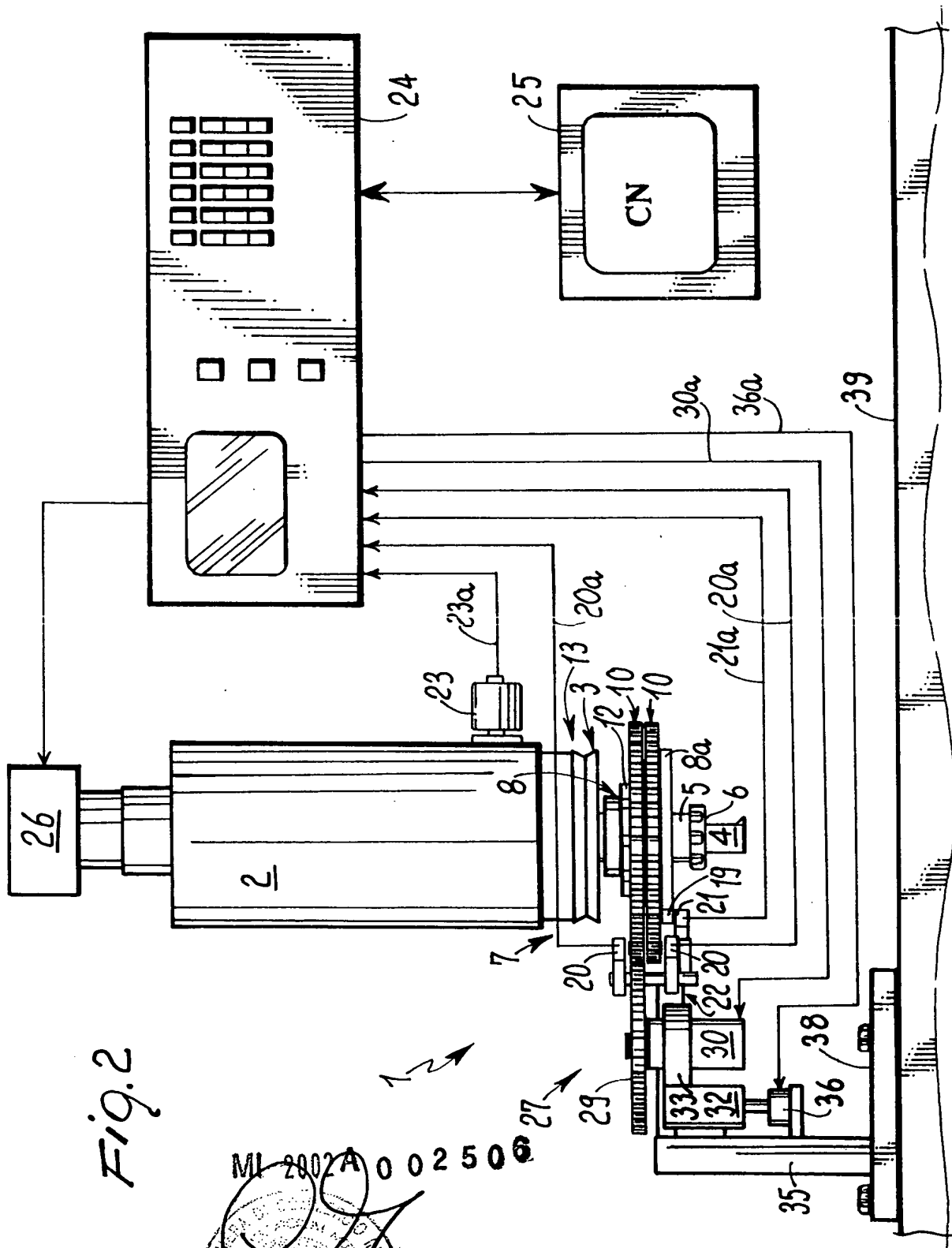
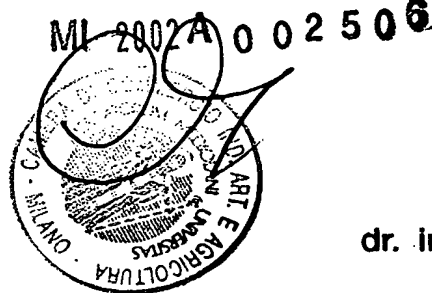


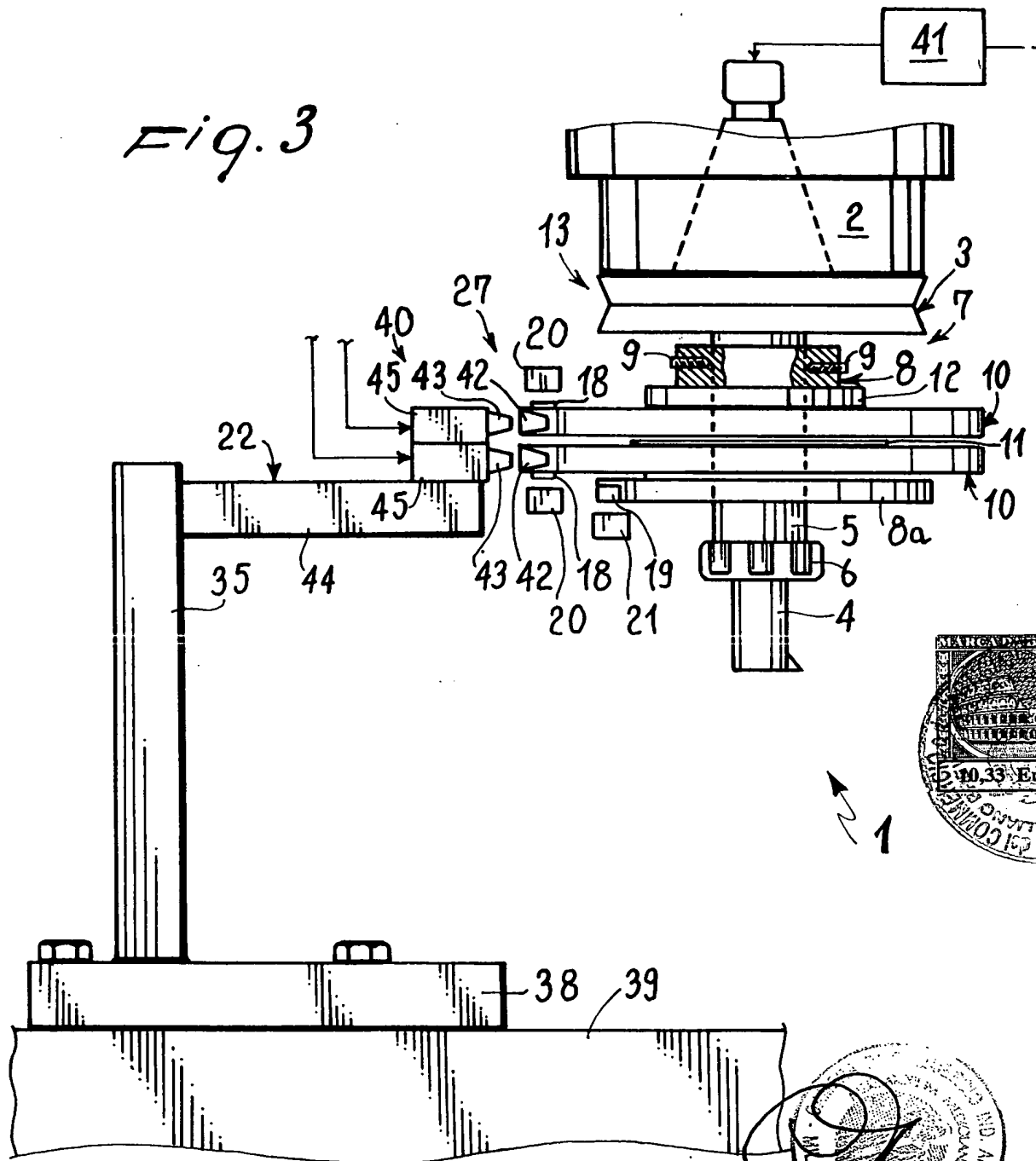
Fig. 2



dr. ing. V. Lunati  
n. 104 Albo  
dr.ssa M. L. Mazzoni  
n. 478 Albo

*Almari*  
*Almari*

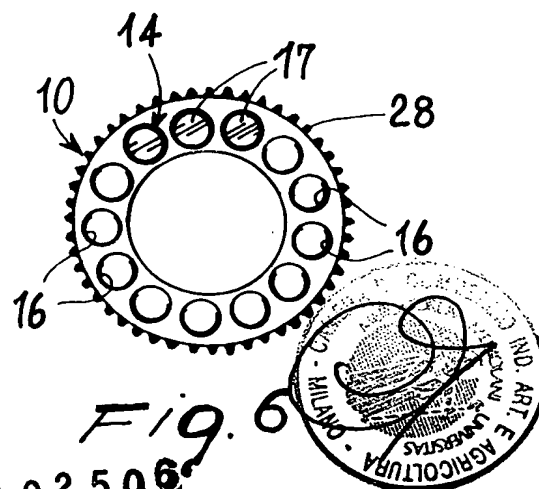
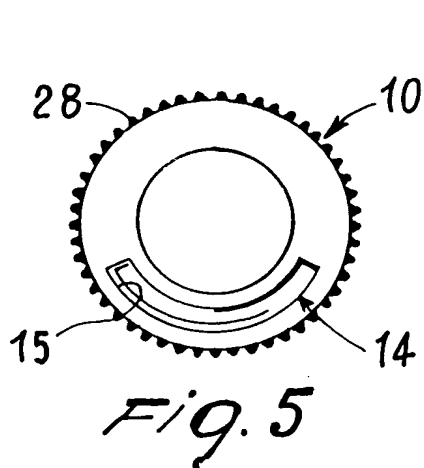
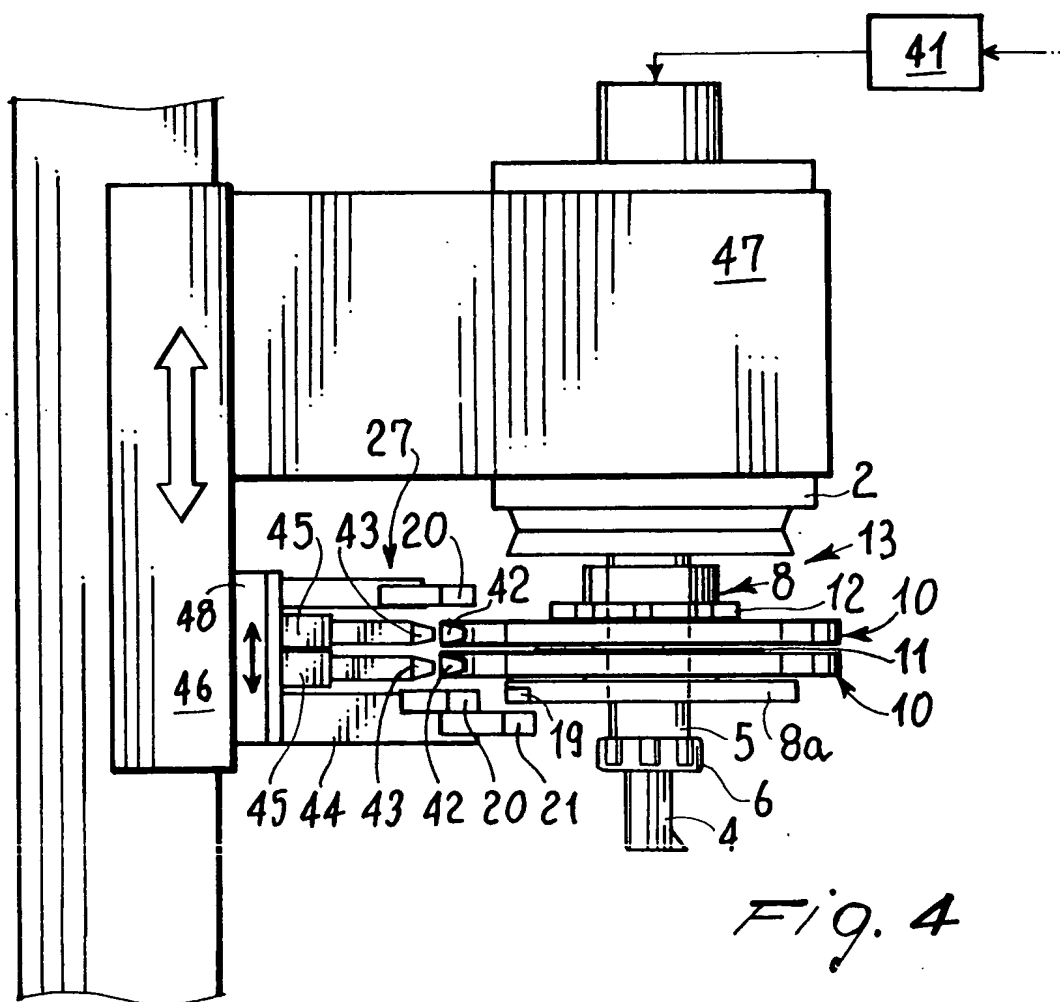
Fig. 3



MI 2002 A 0 0 2 5 0 6

dr. ing. V. Lunati  
n. 104 Albo  
dr.ssa M. L. Mazzoni  
n. 478 Albo

*[Signature]*  
*[Signature]*



MI 2002A 002506

**dr. ing. V. Lunati**  
n. 104 Albo  
**dr.ssa M. L. Mazzoni**  
n. 478 Albo

Phumbar  
Mumtaz